



INVESTOR IN PEOPLE

PN JP9090162 A 19970404
 PD 1997-04-04
 PR JP19950249849 19950927
 OPD 1995-09-27
 TI MICROLENS ARRAY WITH OPTICAL FIBER CONNECTING HOLE AND ITS
 PRODUCTION
 IN MARUYAMA OSAMU; KOSUGE HIROYUKI
 PA HOYA CORP
 IC G02B6/32
 WPI / DERWENT

TI - Micro lens array manufacturing method - in which central axis of each micro lens array formed on one surface of substrate corresponds to central axis of each fibre connection
 PR - JP19950249849 19950927
 PN - JP9090162 A 19970404 DW199729 G02B6/32 008pp
 PA - (HOYA) HOYA CORP
 IC - G02B6/32
 AB - J09090162 The method involves the formation of an array of some micro lenses (10) on one side surface of a substrate. The substrate has some optical fibre connection holes which are provided on an other array layer.

- The central axis of each of the micro lens and the central axis of each of the optical fibre connection hole corresponds as a pair. The array layer consists of a transparent material in visible and infrared light. The depth of the optical fibre connection hole is twice more than the diameter of the hole.

- ADVANTAGE - Improve production reproducibility Enables easy handling of micro lens array. Improves Operativity.

- (Dwg.1/7)

OPD - 1995-09-27
 AN - 1997-313652 [29]
 PAJ / JPO

PN - JP9090162 A 19970404
 PD - 1997-04-04
 AP - JP19950249849 19950927
 IN - MARUYAMA OSAMU; KOSUGE HIROYUKI
 PA - HOYA CORP
 TI - MICROLENS ARRAY WITH OPTICAL FIBER CONNECTING HOLE AND ITS
 PRODUCTION

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microlens array which does not substantially have absorption in visible light and IR regions, is usable over a wide range of wavelength regions and has the connection holes of the depth sufficient and uniform for surely inserting and holding optical fibers.

- SOLUTION: This microlens array with the optical fiber connection holes consists of a layer (array layer 1) which has arrays 10 of plural microlenses on one surface (surface A), a substrate 2 which is disposed on the other surface (surface B) of the array layer 1 and has the plural optical fiber connection holes 3 (where, the plural optical fiber connection holes 3 and the plural microlenses respectively correspond to each other). The central axes of the micro lenses and the central axes of the optical fiber connection holes 3 are substantially aligned to each other in the respective pairs. The array layer 1 consists of a material substantially transparent in the visible light and IR regions and the bases of the optical fiber connection holes 3 are composed of part of the surface B of the array layer 1. The optical fiber connection holes 3 have the depth of ≥ 2 times the diameter of the holes.

I - G02B6/32

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-90162

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/32

G 0 2 B 6/32

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平7-249849

(22) 出願日

平成7年(1995)9月27日

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 丸山 修

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(72) 発明者 小菅 洋之

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 塩澤 寿夫 (外1名)

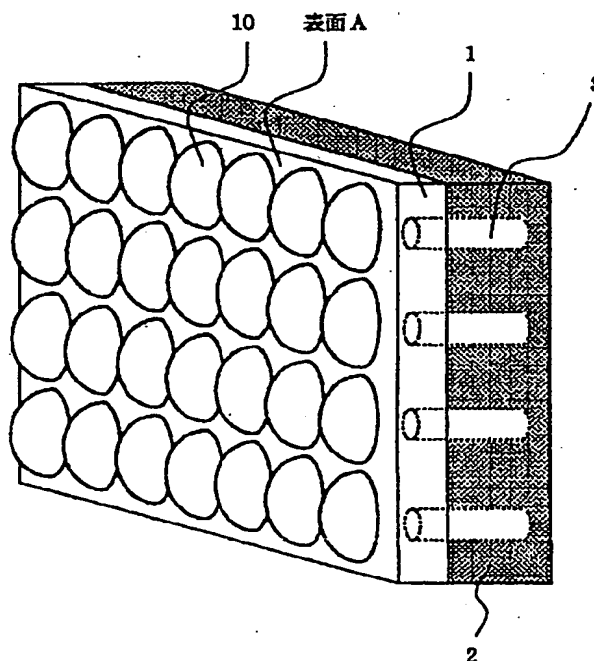
(54) 【発明の名称】 光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイ及びその製造方法

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 可視光および赤外線領域に実質的に吸収を有さず、広範囲の波長領域で使用可能であり、光ファイバを確実に挿入保持するに十分でかつ均一な深さの接続孔を有する。

【解決手段】 複数のマイクロレンズのアレイを一方の表面(表面A)に有する層(アレイ層)と、アレイ層の他方の表面(表面B)に設けた複数の光ファイバ接続孔を有する基板(但し、複数の光ファイバ接続孔と複数のマイクロレンズはそれぞれ対応する)からなり、かつマイクロレンズの中心軸と光ファイバ接続孔の中心軸とが各対において実質的に一致する、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイであって、アレイ層は可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料からなり、かつ光ファイバ接続孔の底部はアレイ層の表面Bの一部により構成され、光ファイバ接続孔は、孔の直径の2倍以上の深さを有する方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のマイクロレンズのアレイを一方の表面（以下表面Aという）に有する層（以下、アレイ層という）と、前記アレイ層の他方の表面（以下表面Bという）に設けた複数の光ファイバ接続孔を有する基板（但し、前記複数の光ファイバ接続孔と前記複数のマイクロレンズはそれぞれ対応する）からなり、かつ前記マイクロレンズの中心軸と前記光ファイバ接続孔の中心軸とが各対において実質的に一致する、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイであって、

前記アレイ層は可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料からなり、

かつ前記光ファイバ接続孔の底部は前記アレイ層の表面Bの一部により構成されており、

前記光ファイバ接続孔は、孔の直径の2倍以上の深さを有することを特徴とする前記光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイ。

【請求項2】 アレイ層を構成する材料が、石英ガラス、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびITOからなる群から選ばれる請求項1記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項3】 マイクロレンズの焦点距離とアレイ層のアレイ頂点から表面Bまでの厚さとが実質的に同じである請求項1または2記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項4】 光ファイバ接続孔の内径が100～150 μ mの範囲であり、光ファイバ接続孔の深さが300～1000 μ mの範囲である請求項1～3のいずれか1項に記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項5】 光ファイバ接続孔をエッチングにより形成する請求項1記載の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法であって、

前記エッチングを、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料のエッチング速度が、前記アレイ層を構成する材料のエッチング速度の10倍以上となる条件で、かつエッチングにより作製される孔がアレイ層の表面Bに到達するまで行うことを特徴とする前記製造方法。

【請求項6】 エッチングを、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料のエッチング速度が、前記アレイ層を構成する材料のエッチング速度の100倍以上となる条件で行う請求項5記載の製造方法。

【請求項7】 アレイ層を構成する材料が、石英ガラス、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびITOからなる群から選ばれ、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料が、シリコン（Si）、ガリウムヒ素（GaAs）およびアルミニウム（Al）からなる群から選ばれる請求項5記載の製造方法。

【請求項8】 アレイ層を構成する材料が、石英ガラスであり、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料が、シリコン（Si）である請求項7記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光素子と光ファイバなどのエネルギー伝送部品との接続に利用される光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイおよびその製造方法に関する。マイクロレンズアレイは、半導体レーザや面発光レーザなどの発光素子から出射される光を平行光や収束光に変換し、さらに伝送媒体である光ファイバなどに接続する光学素子である。

【0002】

10 【従来の技術】 光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイは、一方の面に複数のマイクロレンズのアレイを有し、他方の面に、前記の各マイクロレンズに対応する光ファイバを接続するための孔を有する。光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイは、接続孔およびマイクロレンズのアレイを半導体作製技術であるフォトリソグラフィ法とドライエッチング法とを用いて形成することにより製造できる〔実開昭61-50905号（先行技術1）、特開平7-151935号（先行技術2）〕。このようなマイクロレンズアレイは、これまで、光ファイバとの接続損失が低いこと、容易に作製できることを主

20 なる目標として開発されてきた。
【0003】 光ファイバとの接続損失を低減するという観点からは、マイクロレンズアレイの焦点距離が、アレイ頂点から光ファイバ接続孔の底部までの距離と同一であることが好ましい。そのため、光ファイバ接続孔の深さは、上記焦点距離を考慮して決定される。さらに、光ファイバ接続孔は光ファイバを確実に挿入保持するという観点からは、一定以上の深さを有することが好ましい。従って、マイクロレンズの焦点距離が決まると、光ファイバ接続孔の深さは、光ファイバ接続孔を設ける基板の厚さにより増減する。光ファイバを確実に挿入保持するための光ファイバ接続孔の深さは、光ファイバの径に左右されるが、一般には、数10 μ m～数100 μ mであることが好ましい。これ以上浅くなると、信頼性が低くなる。

30 【0004】 一方、作製法としては、前述のようにフォトリソグラフィ法とドライエッチング法とを組合せて用いる方法がある。フォトリソグラフィ法とドライエッチング法を用いることで、各マイクロレンズと、対になる光ファイバ接続孔との位置合わせの制御および光ファイバ外径に合わせた孔の内径の制御が容易にできる。さらに、エッチングに使用するガス種やその流量、電極間に与える電力強度等のエッチング条件を制御してエッチング速度をコントロールすることで、所望の形状の接続孔を形成できる。

40 【0005】 ところで、マイクロレンズは、伝送する光に対する透過性に優れていることが必要であり、材料として主に石英ガラスが用いられている。特に、ドライエッチングで加工しやすいアルカリを含まない石英ガラスなどが利用される。石英ガラスの一方の面にマイクロ

ンズのアレイを、他方の面に光ファイバ接続孔を、それぞれドライエッチング法で形成していく。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】例えば、マイクロレンズアレイを作製する石英ガラス基板の厚さが500 μm 、マイクロレンズアレイのレンズ単体の焦点距離が250 μm であると、光ファイバ接続孔の深さは250 μm となる。汎用されている径が125 μm の光ファイバであれば、深さ250 μm は、確実に挿入保持するに十分である。

【0007】ところが、石英ガラス基板に深さ250 μm の接続孔をドライエッチング法により形成するには、長時間必要である。例えば、石英ガラスのエッチング条件〔平行平板型リアクティブイオンエッチング装置／RF電力：300 W／反応ガス CF_4 ：50sccm／エッチング圧力：4.8Pa〕下でのドライエッチング速度は0.05 μm ／分である。そのため、深さ250 μm の光ファイバ接続孔に要する加工時間は5000分（83.3時間）となり、現実的ではない。一方、光ファイバ接続孔の深さを10 μm と浅くした場合は、孔加工時間は200分（3.3時間）となり、加工時間の点では問題なくなる。しかし、孔深さが浅いため、光ファイバを確実に挿入保持することが困難になり、信頼性が低下する。さらに、光ファイバの位置決めに対する作業性も悪くなる。加えて、基板を260 μm （250+10）と薄くする必要があり、取扱いに注意を要するなどの問題もある。

【0008】それに対して、石英ガラスよりエッチング速度が早いシリコンを基板とするマイクロレンズアレイが先行技術2に開示されている。シリコンのエッチング速度は、石英ガラスのその約100倍であり、上記深さ250 μm の接続孔を約50分で形成することができる。ところが、シリコンは、可視光および赤外線領域に吸収を有し、そのためシリコンからなるマイクロレンズアレイでは広範囲の光の接続に使用することができないという問題がある。

【0009】ところで、マイクロレンズアレイでは、1つの基板に数千から数万個以上の光ファイバ接続孔が設けられる。そして、個々の孔におけるエッチング速度に多少の違いがあり、エッチング時間は一定であるから、孔の深さにバラツキが生じる。孔の深さのバラツキは、マイクロレンズアレイの焦点距離と接続孔の底部の位置関係のバラツキとなり、接続損失の低減に対する障害となる。特に、接続孔の深さが増すと深さのバラツキも増す傾向にある。例えば、厚さ0.38mmのシリコン基板に深さ0.30mmの接続孔を形成した場合、接続孔の深さのバラツキは約±20 μm である。このバラツキにより、接続損失は±20%程度増減する。

【0010】そこで本発明の目的は、可視光および赤外線領域に実質的に吸収を有さず、広範囲の波長領域で使用可能であり、光ファイバを確実に挿入保持するに十分

でかつ均一な深さの接続孔を有する、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイを提供することにある。

【0011】さらに本発明は、接続孔を比較的短時間に作製できる、上記本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法を提供することにある。加えて本発明は、均一な深さの接続孔を比較的短時間に作製できる、上記本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイを提供することにある。

【0012】

10 【課題を解決するための手段】そこで本発明は、複数のマイクロレンズのアレイを一方の表面（以下表面Aという）に有するアレイ層と、このアレイ層の他方の表面（以下表面Bという）に設けた複数の光ファイバ接続孔を有する基板（但し、前記複数の光ファイバ接続孔と前記複数のマイクロレンズはそれぞれ対応する）からなり、かつ前記マイクロレンズの中心軸と前記光ファイバ接続孔の中心軸とが各対において実質的に一致する、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイであって、前記アレイ層は可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料からなり、かつ前記光ファイバ接続孔の底部は前記アレイ層の表面Bの一部により構成されており、前記光ファイバ接続孔は、孔の直径の2倍以上の深さを有することを特徴とする前記光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイに関する。

20 【0013】さらに本発明は、光ファイバ接続孔をエッチングにより形成する上記本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法であって、前記エッチングを、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料のエッチング速度が、前記アレイ層を構成する材料のエッチング速度の10倍以上となる条件で、かつエッチングにより作製される孔がアレイ層の表面Bに到達するまで行うことを特徴とする前記製造方法に関する。以下本発明について説明する。

30 【0014】光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイ 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイは、例えば、図1（斜視図）および図2（断面図）に示すように、複数のマイクロレンズのアレイ10を一方の表面Aに有するアレイ層1と、アレイ層1の表面B（表面Aと反対側）に設けた複数の光ファイバ接続孔3を有する基板2とからなる。そして、光ファイバ接続孔とマイクロレンズは、対を形成しており、かつ各対においてマイクロレンズの中心軸と光ファイバ接続孔の中心軸とが実質的に一致している。

40 【0015】アレイ層1は可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料からなる。本明細書において「可視光および赤外線領域において実質的に透明」であるとは、可視光、赤外線領域の光をマイクロレンズを集光できることを意味する。可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料としては、例えば、石英ガラス、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムお

よびITOを挙げることができる。

【0016】光ファイバ接続孔3の底部31はアレイ層1の表面Bの一部により構成されている。これにより、光ファイバをアレイ層1と直接接続して、接続損失を低減できるという利点がある。さらに、マイクロレンズの焦点距離と、アレイ層のアレイ頂点から表面Bまでの厚さ（アレイ頂点から垂直下の表面Bまでの距離）とが実質的に同じであることが好ましい。このようにすることで、マイクロレンズの焦点がアレイ層1の表面Bで形成される光ファイバ接続孔3の底部31に合う。そして、光ファイバの端面を接続孔の底部に接触するように挿入することで、光ファイバの端面にマイクロレンズの焦点を合わせることができる。その結果、接続損失を低減することができる。

【0017】さらに光ファイバ接続孔3は、孔の直径の2倍以上の深さを有する。孔の直径の2倍以上の深さとする事で、光ファイバを確実に挿入保持して、信頼性の高い光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイが得られる。接続孔の孔の直径は、挿入する光ファイバの外径により適宜決められる。尚、光ファイバの外径は、一般には100~150 μ mの範囲である。従って、光ファイバ接続孔の内径も100~150 μ mの範囲とし、光ファイバ接続孔の深さは300~1000 μ mの範囲とすることが好ましい。光ファイバ接続孔の深さを深くすることで、光ファイバ接続孔を有する基板の厚みを増すことができ、アレイ層の厚みが薄くても、全体の厚みを一定以上に維持して実用的レベルの機械的強度を得ることができるという利点がある。しかし、光ファイバ接続孔の深さが増すことで、エッチング時間が増大する。そこで、機械的強度とエッチング時間の両者を考慮して、光ファイバ接続孔の深さは適宜決めることができる。

【0018】尚、本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイにおいて、マイクロレンズアレイの形状、寸法、個数、配置および光ファイバ接続孔の形状には特に制限はない。光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイに要求される物性に応じて、適宜決定できる。但し、光ファイバ接続孔の形状は、図3および4に示すように、接続孔3の開口32の径を底部31の径より大きくして、光ファイバの挿入を容易にすることができる。この場合、底部の径は、挿入する光ファイバの径と実質的に同一とする。

【0019】光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法

本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法は、光ファイバ接続孔をエッチングにより形成する方法であって、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料のエッチング速度が、前記アレイ層を構成する材料のエッチング速度の10倍以上となる条件で、かつエッチングにより作製される孔がアレイ層の表面Bに到達するまで行うことを特徴とする。本発明の製造方法を

図5に基づいて説明する。

【0020】工程A

マイクロレンズアレイを形成する層5と光ファイバ接続孔を形成する基板4とからなる複合材50を用意する。マイクロレンズアレイを形成する層5は、可視光および赤外線領域において実質的に透明な材料であって、後述のエッチングの速度が、光ファイバ接続孔を形成する基板のエッチングの速度の1/10以下のものであれば良い。そのような材料としては、例えば、石英ガラス、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびITOを挙げることができる。光ファイバ接続孔を形成する基板4は、マイクロレンズアレイを形成する層5のエッチングの速度の10倍以上のエッチングの速度を有するものであれば良い。そのような材料として、例えば、シリコン(Si)、ガリウムヒ素(GaAs)およびアルミニウム(Al)等を挙げることができる。

【0021】上記複合材50は、例えば、光ファイバ接続孔を形成する基板を基板として、その上にスパッタ法、CVD法、ゾルゲル法、熱酸化法、火炎堆積法などにより、石英ガラス等のマイクロレンズアレイを形成する基板を形成することで得ることができる。シリコン(Si)、ガリウムヒ素(GaAs)およびアルミニウム(Al)の基板は電子部品の原材料として供給されているものをそのまま用いることができる。さらに、例えば、石英ガラス膜付シリコン基板は、導波路作製用として市販されている。

【0022】工程B~D

工程B~Dは、前記マイクロレンズアレイを形成する基板5の表面にマイクロレンズのアレイ10を形成する工程であり、常法により行うことができる。工程Bで層5の上にフォトリソを塗布し、樹脂層6を形成する。工程Cで樹脂層6を常法により凸状樹脂パターン7に加工する。工程Dでドライエッチングにより、樹脂パターン7を形成した面をエッチングして層5にアレイ10を形成して、アレイ層1とする。

【0023】工程E~G

工程E~Gは、光ファイバ接続孔を形成する基板4に光ファイバ接続孔3を形成する工程である。工程Eで基板4の上にフォトリソを塗布し、樹脂層6を形成する。工程Fで樹脂層6を常法により光ファイバ接続孔に相当する孔を有する樹脂パターン8を形成する。工程Gで樹脂パターン8を形成した面をエッチングして光ファイバ接続孔3を有する基板2を形成する。

【0024】上記工程Gのエッチングは、光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料のエッチング速度に対する、前記アレイ層を構成する材料のエッチング速度の比(r)が10倍以上となる条件で行われる。上記速度条件は、光ファイバ接続孔を形成する基板4の材料、マイクロレンズアレイを形成する層5の材料、およびエッチング条件(ガス種やその流量、電極間に与える電力強

度)により異なる。層5を構成する材料は、透明性の観点から、前記のように、例えば、石英ガラス、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムおよびITO等が挙げられる。一方、光ファイバ接続孔を形成する基板4を構成する材料は、エッチング速度が速いという観点から、例えば、シリコン(Si)、ガリウムヒ素(GaAs)およびアルミニウム(Al)等を用いることができる。

【0025】これらの材料を用い、かつ例えば、シリコン等のエッチングに通常用いられるエッチング条件によれば、上記速度比(r)を10倍以上にすることができる。エッチング速度比(r)を10倍以上となる条件を選ぶことで、層5を構成する材料にエッチング速度は遅いが光学的特性に優れた材料を用いても、加工時間を短縮することができる。好ましくは、エッチング速度比(r)は100倍以上となる条件でエッチングを行う。

【0026】さらに本発明の製造方法では、エッチングにより作製される孔がアレレイ層1の表面Bに到達するまで、前記エッチングを行う。ここでは、全ての接続孔3がアレレイ層1の表面Bに到達している必要があり、エッチング条件、特にエッチング時間を多少オーバーエッチングになるように設定する。このようにすることで、接続孔3の底部がアレレイ層1の表面Bになり、接続孔の深さを一定にすることができるとともに、接続孔に挿入した光ファイバの端面と表面Bとの接触が良好となり、接続損失を低減できる。また、上記のようにエッチング速度比(r)を10倍以上となる条件を選ぶことで、オーバーエッチングとなる条件でエッチングしても表面Bはほとんどエッチングされない。そのため、表面Bがエッチング停止層の役割をはたし、接続孔の深さのバラツキを抑制できる。このエッチング速度比(r)を100倍以上となる条件の場合、この効果は顕著である。

【0027】光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料がシリコン(Si)である場合、例えば、拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力150W、マイクロ波電力650W、コイル電流15A、SF₆流量40sccm、CHF₃流量10sccmの条件でエッチングを行うと、4.0μm/分エッチング速度でエッチングができる。同様の条件での石英ガラスのエッチング速度は0.08μm/分である。エッチング速度比(r)は50である。光ファイバ接続孔を設ける基板を構成する材料がガリウムヒ素(GaAs)である場合、拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力150W、マイクロ波電力700W、コイル電流15A、CF₄流量70sccmの条件でエッチングを行うと、4.0μm/分エッチング速度でエッチングができる。同様の条件で石英ガラスのエッチング速度は0.07μm/分である。エッチング速度比(r)は57である。

【0028】

【実施例】以下に本発明の一実施例を説明する。

実施例1

図5(要部断面図)に基づいて、実施例1における光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレレイ製造方法を説明する。厚さ380μmのシリコン基板4に石英ガラス層5をスパッタ法で10μm成膜した基板の石英ガラス上に、スピンコート法により2.5μmの膜厚でネガタイプのフォトレジスト(東京応化工業(株)社製、OMR-85)を塗布し樹脂6を形成した。前記樹脂に対角10μmの8角形が配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより8角形の柱状の樹脂を石英ガラス上に得た。この樹脂を有する基板を酸素プラズマ中でドライエッチングすることにより、樹脂の上方周辺部より徐々に除去し、凸状樹脂パターン7を石英ガラス層5上に得た。

【0029】平行平板型リアクティブイオンエッチング装置を用い、300Wの高周波電力を供給し、C₂F₆流量を1.00sccm、圧力4.6Paの条件で前記凸上樹脂パターンを有する基板を石英ガラスのエッチング速度0.06μm/分でドライエッチングすることにより、凸状樹脂パターン7を石英ガラス層5に転写し、直径10μm、高さ2.4μmの石英ガラスからなるマイクロレンズ10を10μm間隔で配置したマイクロレンズアレレイ1を得た。

【0030】シリコン基板4のマイクロレンズアレレイ1を設けたとは反対の面の上に、スピンコート法により4.0μmの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZ-1350)を塗布し樹脂6を形成した。前記樹脂に直径125μmの孔が配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより直径125μmの樹脂からなる光ファイバ接続孔付樹脂8をシリコン基板4上に得た。拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力150W、マイクロ波電力650W、コイル電流15A、SF₆流量40sccm、CHF₃流量10sccm、シリコン基板のエッチング速度4.0μm/分の条件で前記光ファイバ接続孔付樹脂を有する基板を95分間ドライエッチングすることにより、光ファイバ接続孔3を形成し、本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレレイを製造した。

【0031】実施例2

厚さ500μmのシリコン基板に石英ガラスを火炎堆積法で50μm成膜した基板の石英ガラス層の表面上に、スピンコート法により、4.0μmの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZ-1350)を塗布し樹脂を形成した。前記樹脂に直径60μmの円が配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより円柱状の樹脂を石英ガラス層上に得た。この樹脂を有する基板を温度200℃のオーブンで30分間加熱し、樹脂の表面張力により凸状樹脂パターンを石英ガラス上に得た。

【0032】平行平板型リアクティブイオンエッチング装置を用い、300Wの高周波電力を供給し、CHF₃

流量を100sccm、圧力4.4Paの条件で前記凸状樹脂パターンを有する基板を石英ガラスのエッチング速度0.05 μ m/分でドライエッチングすることにより、凸状樹脂パターンを石英ガラスに転写し、直径60 μ m、高さ16 μ mのマикроレンズを10 μ m間隔で配置した石英ガラスからなるマイクロレンズアレイを得た。

【0033】シリコン基板上にスピンコート法により10.0 μ mの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZ-1350)を塗布し樹脂を形成した。前記樹脂直径125 μ mが配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより直径125 μ mの樹脂からなる光ファイバ接続孔付樹脂をシリコン基板上に得た。拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力150W、マイクロ波電力700W、コイル電流15A、SF₆流量60sccm、シリコン基板のエッチング速度6.0 μ m/分の条件で前記光ファイバ接続孔付樹脂を有する基板を83分間ドライエッチングすることにより、光ファイバ接続孔を形成し、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイを製造した。

【0034】実施例3

実施例2と同様にして形成させた円柱状の樹脂を石英ガラス層に対して下向きになるように配置し、200℃のオーブンで30分間加熱させて、凸状樹脂パターンを得た。平行平板型リアクティブイオンエッチング装置を用い、300Wの高周波電力を供給し、CHF₃流量を100sccmの条件で前記凸状樹脂パターンを有する基板を石英ガラス層のエッチング速度0.06 μ m/分でドライエッチングし、凸状樹脂パターンを石英ガラス層に転写、直径60 μ m、高さ20.0 μ mの石英ガラスからなるマイクロレンズアレイを得た。

【0035】シリコン基板上にスピンコート法により10.0 μ mの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZP4620)を塗布し樹脂を形成した。前記樹脂に直径125 μ mが配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより直径125 μ mの樹脂からなる光ファイバ接続孔付樹脂をシリコン基板上に得た。拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力150W、マイクロ波電力700W、コイル電流15A、SF₆流量60sccm、シリコン基板のエッチング速度6.0 μ m/分の条件で前記光ファイバ接続孔付樹脂を有する基板を83分間ドライエッチングすることにより、光ファイバ接続孔を形成し、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイを製造した。

【0036】実施例4

厚さ380 μ mのシリコン基板に石英ガラスをCVD法で30 μ m成膜した基板の石英ガラス層の表面上に、スピンコート法により3.8 μ mの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZ-1350)を塗布し樹脂を形成した。前記樹脂に直径200 μ mの

丸が配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより円柱状の樹脂を石英ガラス層上に得た。この樹脂を有する基板を再度全面に紫外線露光し、該円柱状の樹脂を石英ガラス層に対して下向きになるように配置し、200℃のオーブンで60分間加熱させて、凸状樹脂パターンを得た。

【0037】拡散磁場型ドライエッチング装置を用い、RF電力120W、マイクロ波電力600W、コイル電流14A、Cl₂流量50sccmの条件で前記凸状樹脂パターンを有する基板を石英ガラスのエッチング速度0.1 μ m/分でドライエッチングし、凸状樹脂パターンを石英ガラス層に転写、直径30 μ m、高さ7.0 μ mの石英ガラスからなるマイクロレンズアレイを得た。シリコン基板上にスピンコート法により10.0 μ mの膜厚でポジタイプのフォトレジスト(ヘキスト(株)社製、AZP4620)を塗布し樹脂を形成した。前記樹脂に直径125 μ mが配列されたフォトマスクを密着させ、紫外光露光後、現像することにより直径125 μ mの樹脂からなる光ファイバ接続孔付樹脂をシリコン基板上に得た。

【0038】平行平板型リアクティブイオンエッチング装置を用い、450Wの高周波電力を供給し、SF₆流量を80sccmと固定し、CF₄流量を1sccm/1時間の速度で増加させ、前記光ファイバ接続孔付樹脂を有する基板を光ファイバ接続孔部のシリコンが除去されるまで80分間ドライエッチングを行い光ファイバ接続孔を形成し、光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイを製造した(図3、図4)。

【0039】

【発明の効果】本発明において、たとえばマイクロレンズアレイとなる部分に石英ガラスを用い、その石英ガラスよりもドライエッチング速度の速い材質の基板としてシリコンを用いることで、光ファイバ接続孔をシリコン部分に作製するためエッチング速度が最大8 μ m/分と石英ガラスの最大0.06 μ m/分に比べ速く、孔を深くでき、挿入する光ファイバの接着部分を多くとれる加工が可能となる。また、マイクロレンズアレイの焦点距離が数10 μ mと短くてもシリコン基板を数100 μ m以上と厚いものを用いることができるためマイクロレンズアレイの取り扱いが容易になり作業性が向上する。

【0040】また、エッチング条件を調整することで光ファイバ接続孔の断面形状をテーパ状に加工でき、この形状により光ファイバ挿入作業が簡単になり作業時間の短縮となる。また、シリコン部分のエッチング終了点が石英ガラスの界面となるため、シリコンと石英ガラスのエッチング速度の違いにより石英ガラスがエッチングストッパーとなりエッチング時間管理緩和させ、作製再現性の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズ

11

12

アレイの斜視図。

【図2】 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの断面図。

【図3】 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの斜視図。

【図4】 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの断面図。

【図5】 本発明の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの製造方法の説明図。

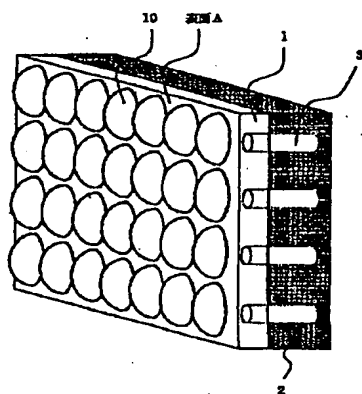
【図6】 従来技術の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイ斜視図。

【図7】 従来技術の光ファイバ接続孔付マイクロレンズアレイの断面図。

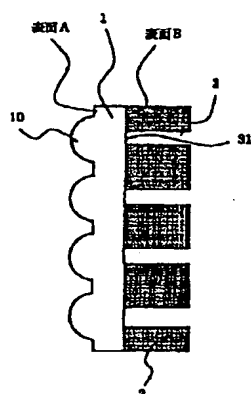
【符号の説明】

- 1：マイクロレンズアレイ
- 2：光ファイバ接続孔付シリコン基板
- 3：光ファイバ接続孔
- 4：シリコン基板
- 5：石英ガラス層
- 6：樹脂
- 7：凸状樹脂パターン
- 8：光ファイバ接続孔付樹脂パターン

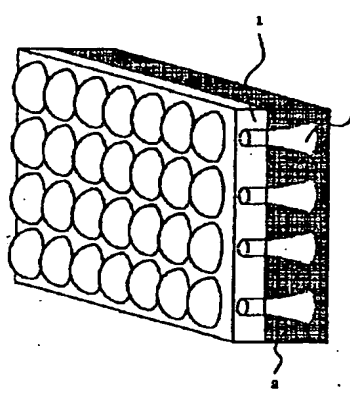
【図1】



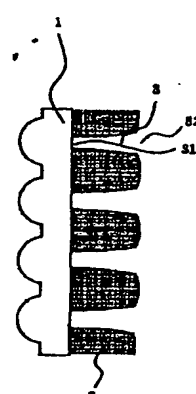
【図2】



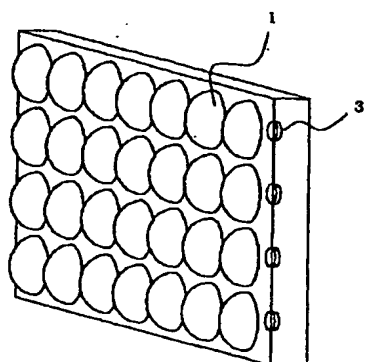
【図3】



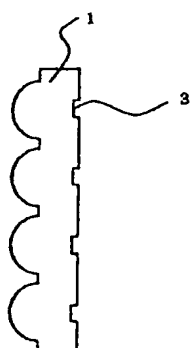
【図4】



【図6】



【図7】



【図5】

